

УДК 628.4.032

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

С. Э. Шавадзе¹, О. Б. Колибаба²

^{1,2} Ивановский государственный энергетический университет
имени В. И. Ленина, Иваново, Россия

¹ salomeshavadze@yandex.ru

Аннотация. В работе предложена модель структуры слоя твердых коммунальных отходов (ТКО). Рассчитаны эффективные теплофизические свойства: плотность, средняя удельная теплоемкость и коэффициент теплопроводности ТКО. Построены зависимости эффективных теплофизических свойств ТКО от температуры.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, теплофизические свойства, плотность, средняя удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности

INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF MUNICIPAL SOLID WASTE

S. E. Shavadze¹, O. B. Kolibaba²

^{1,2} Ivanovo State Power University named after V. I. Lenin, Ivanovo, Russia

¹ salomeshavadze@yandex.ru

Abstract. The paper proposes a model of the structure of the layer of municipal solid waste (MSW). The effective thermophysical properties are calculated: density, average specific heat and coefficient of thermal conductivity. Dependences of thermal properties of MSW on temperature are constructed.

Keywords: municipal solid waste, thermal properties, density, heat capacity, coefficient of thermal conductivity

Жизнедеятельность человека связана с появлением большого количества различных отходов. В последние десятилетия

произошел резкий рост потребления, что привело к значительно-му увеличению объемов образования твердых коммунальных отходов (ТКО).

ТКО представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава, включающую в себя: пищевые и растительные отходы, макулатуросодержащие и текстильные компоненты, пластмассы, кожу, резину, дерево, черные и цветные металлы, стекломой, камни, кости [1].

В качестве модели слоя ТКО можно принять многокомпонентную структуру, которая обладает эффективными теплофизическими свойствами: плотностью, теплоемкостью и коэффициентом теплопроводности.

В задачу настоящего исследования входит изучение влияния температуры на теплофизические свойства коммунальных отходов.

В качестве модели структуры слоя ТКО рассматривается трехкомпонентная структура с вкраплениями [1]. Принято следующее ограничение: рассмотрены компоненты, которые имеют наибольшую долю в смеси ТКО (пищевые отходы, бумага и текстиль с процентным содержанием каждого отдельного компонента в смеси 50, 42 и 8 % соответственно).

Расчеты эффективных теплофизических свойств выполнены с использованием формул, представленных ниже.

Эффективный коэффициент теплопроводности трехкомпонентной смеси рассчитан по формуле Г. Н. Дульнева:

$$\lambda_{\text{эф}} = \lambda_1 \left\{ \frac{r_2}{1-r_1} \left[1 - \frac{1-r_1}{\frac{1}{1-\nu_{12}} - \frac{r_1}{3}} \right] + \frac{r_3}{1-m_1} \left[1 - \frac{1-r_1}{\frac{1}{1-\nu_{13}} - \frac{r_1}{3}} \right] \right\},$$

где λ_1 — коэффициент теплопроводности пищевых отходов, Вт/(м · °С); r_1, r_2, r_3 — объемные доли пищевых отходов, бумаги и текстиля соответственно;

$$\nu_{12} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1},$$

$$\nu_{13} = \frac{\lambda_3}{\lambda_1},$$

где λ_1 — коэффициент теплопроводности пищевых отходов, Вт/(м · °С); λ_2 — коэффициент теплопроводности бумаги, Вт/(м · °С); λ_3 — коэффициент теплопроводности текстиля, Вт/(м · °С).

Средняя удельная эффективная теплоемкость ТКО:

$$c_{\text{эф}} = \sum c_i g_i = c_1 g_1 + c_2 g_2 + c_3 g_3,$$

где c_1, c_2, c_3 — средние удельные теплоемкости пищевых отходов, бумаги и текстиля соответственно, Дж/(кг · °С); g_1, g_2, g_3 — массовые доли пищевых отходов, бумаги и текстиля.

Эффективная плотность ТКО:

$$\rho_{\text{эф}} = \sum \rho_i g_i = \rho_1 g_1 + \rho_2 g_2 + \rho_3 g_3$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 — плотности пищевых отходов, бумаги и текстиля соответственно, кг/м³; g_1, g_2, g_3 — массовые доли пищевых отходов, бумаги и текстиля.

На рис. 1–3 представлены графические интерпретации зависимостей эффективных коэффициента теплопроводности $\lambda_{\text{эф}}$, плотности $\rho_{\text{эф}}$ и средней удельной теплоемкости $c_{\text{эф}}$ от температуры.

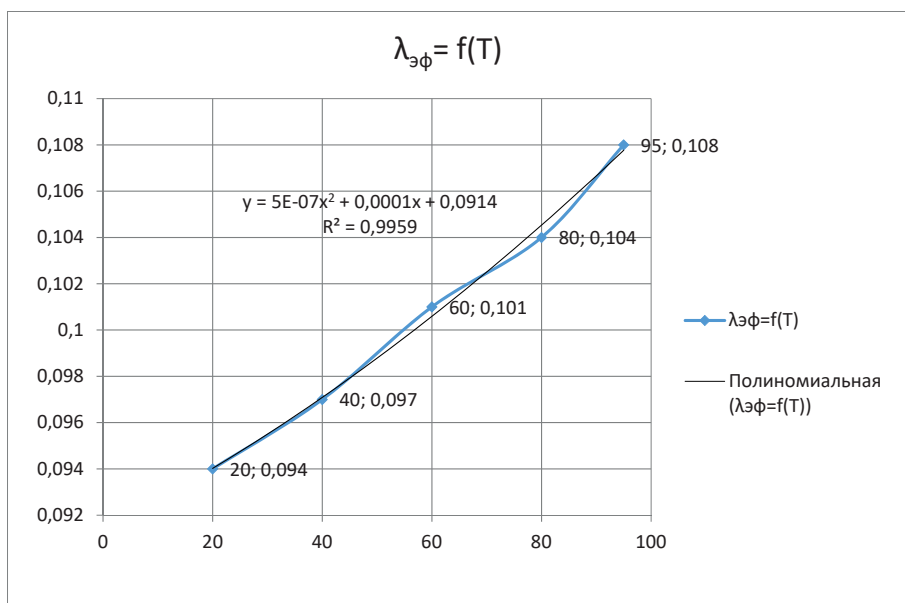


Рис. 1. Эффективный коэффициент теплопроводности в зависимости от температуры

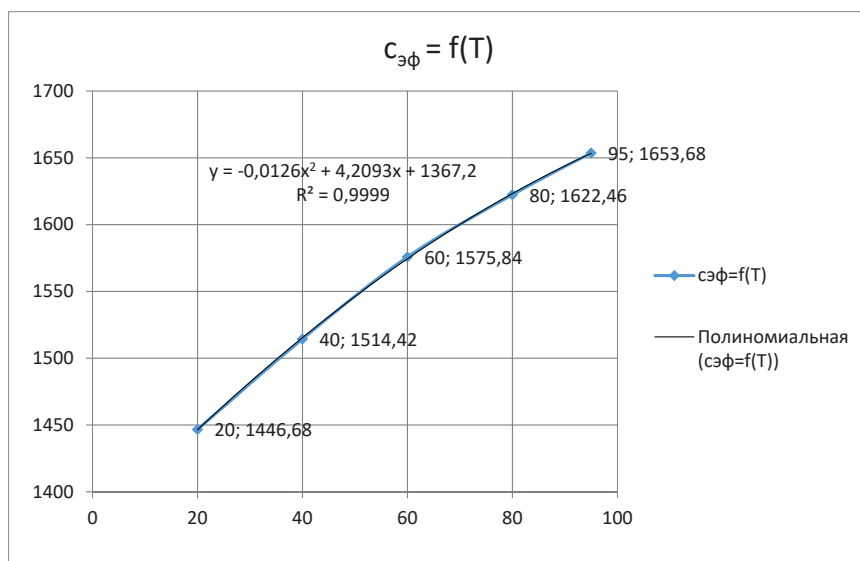


Рис. 2. Средняя удельная эффективная теплоемкость в зависимости от температуры

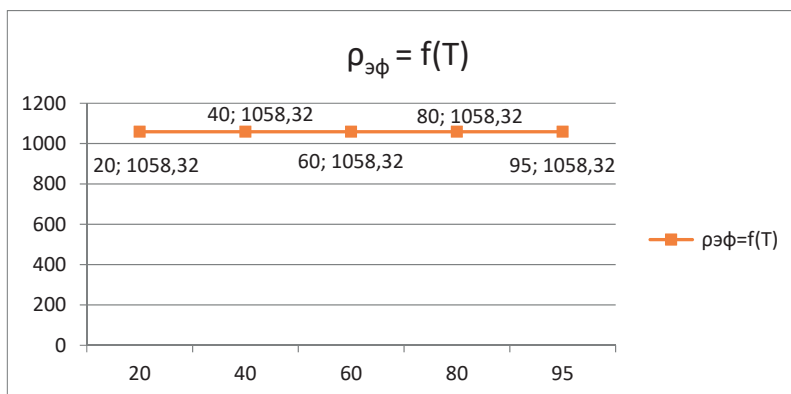


Рис. 3. Эффективная плотность в зависимости от температуры

Анализируя полученные результаты, можно заметить, что эффективная плотность не зависит от температуры, а средняя удельная эффективная теплоемкость и эффективный коэффициент теплопроводности с увеличением температуры резко возрастают.

Список источников

1. Дульнев Г. Н., Заричняк Ю. П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов : справ. книга. Л. : Энергия, 1974. 264 с.